

Karl Freudenberg
29.1.1886 – 3.4.1983

Am Ostersonntag des Jahres 1983 verstarb Karl Johann Freudenberg im 98. Lebensjahr. Ein gütiges Schicksal maß ihm für seine wissenschaftliche Ernte eine über die Emeritierung hinausgehende Zeitspanne zu. Während weiterer 15 Jahre beobachtete er in beneidenswerter geistiger und körperlicher Frische das Aufgehen der wissenschaftlichen Saat, seinen Schülern von einst väterlich-freundschaftlich verbunden.

Karl Freudenberg entstammte einer angesehenen Gerberfamilie in Weinheim, studierte Chemie in Bonn und Berlin. Er fand in Emil Fischer einen hervorragenden Lehrmeister; 1910 promovierte der 24-jährige an der Universität Berlin mit einer Arbeit über Depside und Tannine, d.s. natürliche Gerbstoffe. In den anschließenden Berliner Jahren gelang ihm die stereochemische Verknüpfung der Äpfel-, Glycerin- und Milchsäure mit der Weinsäure, deren konfigurative Beziehung zur Glucose schon Emil Fischer gesichert hatte.

Laut autobiographischen Notizen wurde Freudenberg 1913 klar, daß nur ein Ortswechsel die geistige Unabhängigkeit vom Genius Emil Fischers gewähren könnte. Er begab sich 1914 als Privatdozent nach Kiel, setzte nach Teilnahme am ersten Weltkrieg seine Studien in München fort und erhielt 1921 einen Ruf als Extraordinarius nach Freiburg. Schon 1922 wurde Freudenberg als o. Professor nach Karlsruhe berufen und übernahm 1926 die Leitung des Chemischen Instituts der Universität Heidelberg, die er bis zur Emeritierung im Jahre 1956 innehatte. Als Direktor eines Instituts für die Chemie des Holzes und der Polysaccharide an der Universität Heidelberg bot sich ihm bis zum 83. Lebensjahr die Chance, Forschungsarbeiten anzuleiten.

Zur Erhellung des räumlichen Baues der biologischen Stoffwelt galt es, ein Netz *konfigurativer Beziehungen* über das Reich der Naturstoffe auszuwerfen. Freudenberg hatte daran bedeutenden Anteil. Die Ungewißheit darüber, wann Substitutionen am Chiralitätszentrum von Inversion begleitet sind, schränkte die Möglichkeiten der direkten Überführung von Stoffklassen ein. Freudenberg arbeitete mit empirischen Regeln der optischen Aktivität. Um seinen „Verschiebungssatz“ auf eine sichere Grundlage zu stellen, suchte er den Kontakt mit W. Kuhn, der zu den Begründern der modernen chiroptischen Methoden zählt. Erst in unserer Zeit, also ein halbes Jahrhundert später, bahnt sich ein tieferes Verständnis der optischen Aktivität an.

Die α -Aminosäuren und α -Halogen-carbonsäuren wurden ebenso wie zahlreiche Terpene und das Catechin von Freudenberg an den räumlichen Bau der Glucose angeschlossen. Ein großes Handbuch „Stereochemie“, 1933 erschienen, wies den Herausgeber K. Freudenberg als international anerkannten Experten aus.

In Fortführung der Studien über *pflanzliche Gerbstoffe* hydrierte Freudenberg 1925 das Cyanidin, das Aglykon des Rosen-Farbstoffs, unter Bildung des Epicatechins, dessen sterische Beziehung zum Catechin, einem Baustein wichtiger Gerbstoffe, geklärt wurde. Die systematische Musterung der Gerbstoffe und ihrer Chemie erstreckte sich bis in die 60er Jahre, im letzten Jahrzehnt vor allem von K. Weinges unterstützt.

Methodische Beiträge zur *Zuckerchemie* setzten die auf E. Fischer zurückgehende Tradition fort. Um Freudenbergs Arbeiten zur Konstitution der *Cellulose*, des makromolekularen Gerüststoffs der Pflanzenwelt, zu würdigen, sei daran erinnert, daß eine andere Schule in den 20er Jahren dieses Polysaccharid aus niederen Einheiten durch Gitter- und Assoziationskräfte zusammengehalten wählte. Freudenberg gelangte bei der Acetolyse der Cellulose zu etwa 60% Octaacetyl-cellobiose, wobei deren weiterer Abbau in der Acetolysemischung berücksichtigt wurde; 1921 postulierte Freudenberg große einheitliche Ketten aus Glucose-Bausteinen. Das Studium der Methylierung der Cellulose mit anschließendem Chlorwasserstoff-Abbau ergab nahezu quantitativ 2,3,6-Trimethylglucose. Zusammen mit Beiträgen von Haworth und anderen Forschern ergab sich 1928 das uns heute geläufige Bild von der Cellulose-Struktur. Freudenberg rechnete 1921 mit ca. 100 hauptvalenzmäßig β -1,4-verknüpften Glucose-Einheiten; später zeigte die Ultrazentrifuge in Svedbergs Laboratorium viele tausend Glucose-Einheiten für intakte Cellulose an.

Bei der Spaltung der vollständig methylierten *Stärke*, des Reserve-

kohlenhydrats der Pflanze, mit methanolischem Chlorwasserstoff gelangte Freudenberg zu 2,3-Dimethylglucose neben der überwiegenden 2,3,6-Trimethylglucose. Damit war das 6-Hydroxyl als Stelle der Kettenverzweigung im *Amylopectin* aufgezeigt. Während die Amylase vom Kettenende her das Disaccharid Maltose Einheit um Einheit abschneidet, baut das Enzym aus *Bacillus macerans* die *Amylose* zu den „Schardinger-Dextrinen“ ab, die von Freudenberg als große Ringe aus 6, 7 und 8 Glucose-Einheiten erkannt wurden. Die mit Amylose gemeinsame Fähigkeit, schwarzblaue Jodkomplexe zu bilden, führte schon 1939 zur Annahme einer Helix-Struktur der Amylose; 8 Jahre später fand dies von anderer Seite eine röntgenographische Bestätigung. Die Fähigkeit der erwähnten Cycloglucane, Einschlußverbindungen zu bilden, wurde später von Freudbergs Schüler F. Cramer weiterverfolgt.

Die Chemie des gleichfalls makromolekularen *Lignins* beanspruchte Freudbergs Aktivität mehr als 40 Jahre lang. Die schwere Abtrennbarkeit von anderen Inhaltsstoffen des Holzes und die mangelnde Einheitlichkeit hatten Kontroversen über den Bau des Lignins zur Folge. Eine Reihe von Abbauprodukten ließ Freudenberg die aromatischen Ringe des Lignins erkennen. Erst 1952 kam der Durchbruch, als im Heidelberger Laboratorium der niedermolekulare Coniferylalkohol mit dem Pilzferment Laccase zu einem Lignin-ähnlichen Produkt dehydriert wurde. Die Zwischenprodukte, die man nach kurzzeitiger Einwirkung erhielt, gaben Aufschluß über die Art der Verknüpfung. *p*-Chinon-methide spielen eine entscheidende Rolle und Freudbergs Studien bieten einen gewichtigen Beitrag zur noch heute aktuellen biologischen Frage der oxidativen Kupplung von Phenolen. Versuche mit Radiomarkierung lehrten 1958, daß der Proteinbaustein Phenylalanin in der Fichte über Coniferin in Lignin übergeführt wird.

Neben den Hauptlinien von Freudbergs Forschung, die vorstehend knapp angedeutet wurden, liefen Seitenlinien einher. Unter diesen seien die menschlichen *Blutgruppen-Substanzen* erwähnt, als deren Bestandteil 1938 Aminozucker erkannt wurde. Ein kurzer Ausflug galt dem Pankreas-Hormon *Insulin*. Freudenberg machte mit Reduktionsversuchen wahrscheinlich, daß zwei Polypeptidketten durch drei Disulfidbrücken zusammengehalten werden.

Freudbergs wissenschaftliches Werk verrät die Faszination durch die Welt der Naturstoffe. Mit der klärenden Bearbeitung von Cellulose, Stärke, Lignin und Gerbstoffen – diese bilden mengenmäßig den Hauptbestand des Pflanzenreichs – hat sich Freudenberg bedeutenden Problemen gewidmet. Hohe Experimentierkunst und Beobachtungsgabe, Phantasie, Geduld und Willenskraft verbürgten den Erfolg, von dem mehr



Karl Freudenberg
29.1.1886 – 3.4.1983

als 450 Publikationen sowie eine Reihe von Büchern künden. Ein kleines Lehrbuch „Organische Chemie“, von der 8. Auflage an mit H. Plieninger bearbeitet, erlebte 14 Auflagen und wurde in mehrere Sprachen übersetzt.

Karl Freudenberg wurden Ehren in reichem Maß zuteil. Die Emil-Fischer-Medaille, das große Bundesverdienstkreuz, Ehrenmitgliedschaften in zahlreichen chemischen Gesellschaften, vier Ehrendoktorate und acht Akademie-Mitgliedschaften. Seit 1936 war er korrespondierendes Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, der er somit 47 Jahre lang angehörte. Zum Abschluß sei aus Freudenbergs biographischen Notizen zitiert:

„Vielleicht ist es eine Leidenschaft zum Spiel, die dazu treibt, auftretende Fragen zu beantworten und Zusammenhänge aufzudecken. Der Wanderer muß sich ein Ziel setzen, damit er im Wald nicht im Kreis herumläuft; er muß ein Gefühl haben für die Erreichbarkeit des Ziels, damit er nicht seine Kräfte an Unmöglichem vergeudet.“

Rolf Huisgen